

四川当归属六种植物的核型

张桥英¹, 何兴金², 张运春¹, 罗 鹏¹, 吴 宁¹

(1 中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041; 2 四川大学生命科学学院, 四川 成都 610064)

摘要: 从居群水平对四川当归属 (*Angelica* L.) 6 种植物的核型进行了研究, 其中管鞘当归核型为首次报道。6 个种的染色体均为 $2n = 2x = 22$, 多为中部和近中部着丝粒染色体, 核型多为 2A 型, 仅疏叶当归石灰窑居群为 1A 型; 峨眉当归核型为 $2n = 22 = 10m + 2sm + 10st$, 茂汶当归核型为 $2n = 22 = 16m + 4sm + 2sm$ (SAT), 当归核型为 $2n = 22 = 14m + 8sm$, 阿坝当归核型为 $2n = 22 = 14m + 8sm$, 管鞘当归核型为 $2n = 22 = 12m + 8sm + 2sm$ (SAT), 而疏叶当归不同居群的核型或多或少发生了不同程度的变异。参照 Stebbins 的观点, 峨眉当归以核型不对称系数最高而在 6 个种中显示一定的核型进化性, 疏叶当归不对称系数较低, 且出现 1A 型核型因而体现出一定的原始性。但是, 综合形态解剖、花粉性状以及核型特征可以看出, 四川当归属植物各性状间具有进化的不同步性, 这也表明, 作为当归属分布频度中心之一的四川地区, 同时也是当归属的分化中心之一。

关键词: 当归属; 染色体; 核型

中图分类号: Q 943

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700 (2005) 05-0539-06

Study on Karyotypes of Six Species in *Angelica* from Sichuan, China

ZHANG Qiao-Ying¹, HE Xing-Jin², ZHANG Yun-Chun¹, LUO Peng¹, WU Ning^{1**}

(1 Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2 College of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

Abstract: Karyotypes of 6 species in *Angelica* L. from Sichuan are studied at population level and the karyotype of *A. pseudoselinum* is firstly reported. It is found that the number of chromosomes are invariably $2n = 2x = 22$, with most of them are median and submedian centromeric chromosomes, while subterminal centromeric chromosomes exist in *A. omeiensis*. The majority of karyotypes belong to 2A, and Shihuiyao population of *A. laxifoliata* has 1A types. As for karyotypic formula, *A. omeiensis* is $2n = 22 = 10m + 2sm + 10st$, *A. maoerensis* is $2n = 22 = 16m + 4sm + 2sm$ (SAT), *A. sinensis* is $2n = 22 = 14m + 8sm$, *A. apensis* is $2n = 22 = 14m + 8sm$, and *A. pseudoselinum* is $2n = 22 = 12m + 8sm + 2sm$ (SAT). However, different populations of *A. laxifoliata* don't have the same karyotypic formulae, and there are some variations between the karyotypes

基金项目: 中国科学院重要方向性项目 (KSCX2-SW-123-5)、四川省青年科技基金项目 (03ZQ026-043)、教育部博士点基金项目 (B120030610042)

通讯作者: Author for correspondence. E-mail: wuning@cib.ac.cn

收稿日期: 2004-12-07, 2005-06-06 接受发表

作者简介: 张桥英 (1976-) 女, 在读博士研究生, 主要从事植物分类和植物生态学方面研究。

more or less . According to Stebbins, *A. omeiensis* 's evolution status was showed by the highest index of asymmetry among six species studied in this paper, while *A. laxifoliata* is a little primitive because of its lower index of asymmetry and its 1A caryotypes . However, the morphological, anatomic, karyotypic characters and that of pollen grains are evolving asynchronously, suggesting that, Sichuan as one of the frequency centers of *Angelica* L . in China, is also one of the differentiation centers of *Angelica* L .

Key words: *Angelica*; Chromosome; Karyotype

当归属 (*Angelica* L .) 最早由瑞典植物学家 C . Linnaeus 于 1753 年提出, 迄今已有两百多年历史, 长期以来一直存在着当归属的广狭义之分。本研究参照《中国植物志》的系统编排 (单人骅和余孟兰, 1992), 采用狭义当归属的观点, 即当归属是伞形科 (Umbelliferae) 芹亚科 (Apiodeae Drude) 前胡族 (Peucedaneae Drude) 当归亚族 (Angelicinae Drude) 中最大的一属。但是, 《中国植物志》未对属下分类系统做进一步处理, 国内仅见潘泽惠等 (1994) 根据细胞学特征将当归属分为 3 个组。《中国植物志》 (单人骅和余孟兰, 1992) 以合生面没有油管而将阿坝当归 (*A. apaensis*) 放入独活属, 称为“法落海” (*Heracleum apaense*), 作者在解剖实验中发现阿坝当归合生面有油管, 只是不到果片基部 (张桥英, 2003), 因此本文仍将阿坝当归作为当归属的成员处理。

当归属全球约 90 种, 北美和东亚为其世界分布中心, 东亚以中国种类最丰富, 约 36 种 7 变种 2 变型 (张桥英, 2003), 而在我国当归属有两个频度中心: 四川地区和东北地区。四川当归属植物有记载为 15 种 1 栽培种 (张桥英, 2003), 绝大部分为我国所特有, 其中 6 种为四川特有种, 其余种类也主要分布于四川。因此, 开展四川当归属植物的系统分类研究具有重要意义, 本文从居群角度对四川当归属 6 种 8 个居群的核型进行分析, 以期为本属系统发育研究提供参考。

1 材料和方法

实验材料来源见表 1 并按居群取样。取植株幼嫩根尖, 用 0.1% 秋水仙素预处理 3~4 h, 经处理的根尖用卡诺氏固定液 (冰醋酸 无水乙醇 = 1 3) 固定 12~14 h, 后转入 70% 的乙醇中, 置于冰箱中备用。制片时先将根尖用蒸馏水洗净, 后用解离液 1 mol/L 盐酸 62 恒温解离 4~5 min, 蒸馏水漂洗后, 用改良苯酚品红染色、压片、镜检, 将具有良好中期分裂相的玻片制成永久封片 (酒精 - 二甲苯脱片, 中性树胶封片), 染色体计数以 30 个以上的细胞统计结果。核型分析采用李懋学和陈瑞阳 (1985) 确定的标准, 取 5 个细胞的平均值。染色体的相对长度、臂比及类型按 Levan 等 (1964) 的命名系统。核型类型参照 Stebbins (1971) 标准。细胞玻片凭证标本保存于西华师范大学生命科学院植物学实验室。

表 1 实验材料来源

Table 1 The origin of the materials

分类群 Taxon	位置 Locality	生境 Habitat	海拔 Altitude (m)	凭证标本 Voucher
峨眉当归 <i>A. omeiensis</i>	冕宁县小相岭	山坡草丛	4 500	张桥英, YL005
疏叶当归 <i>A. laxifoliata</i>	汶川县巴郎山	路边草丛	3 400	何兴金等, WL041
	冕宁县石灰窑 1	路边草丛	2 500	张桥英, YL003-3
	冕宁县石灰窑 2	路边草丛	2 500	张桥英, YL003-5
茂汶当归 <i>A. maowenensis</i>	汶川县巴郎山	高山草甸	3 500	何兴金等, WL038
当归 <i>A. sinensis</i>	平武县竹根岔	林缘路边草丛	3 100	张桥英, WL005
阿坝当归 <i>A. apaensis</i>	小金县梦笔山	路旁灌木林缘	3 000	何兴金等, MBS033
管鞘当归 <i>A. pseudoselinum</i>	平武县大窝幽	林缘河边	3 050	张桥英, WL008

2 结果与讨论

2.1 结果

四川当归属 6 种 8 个居群染色体参数和核型比较详见表 2、表 3，核型组成见图 1。结果表明，四川当归属 6 个种的核型多属于 Stebbins 的 2A 型，仅疏叶当归有 2 个居群为 1A 型，大多数染色体为中部和近中部着丝粒染色体。

表 2 6 种当归属植物 8 个居群的染色体参数

Table 2 Parameters of chromosomes in 8 populations of 6 species of <i>Angelica</i> L. from Sichuan									
分类群	编号	相对长度	臂比	类型	分类群	编号	相对长度	臂比	类型
Taxon	No.	Relative length	A. R.	Type	Taxon	No.	Relative length	A. R.	Type
峨眉当归 <i>A. omeiensis</i>	1	6.26 + 4.75 = 11.01	1.31	m	疏叶当归 <i>A. laxiforliata</i> 巴郎山居群	1	6.73 + 5.17 = 11.90	1.30	m
	2	6.51 + 3.69 = 10.20	1.76	sm		2	5.89 + 5.39 = 11.28	1.10	m
	3	5.86 + 4.30 = 10.16	1.36	m		3	5.48 + 5.32 = 10.80	1.03	m
	4	7.12 + 2.36 = 9.48	3.01	st		4	6.49 + 3.48 = 9.97	1.86	sm*
	5	5.61 + 3.78 = 9.39	1.48	m		5	6.02 + 3.29 = 9.31	1.82	sm
	6	5.54 + 3.61 = 9.15	1.53	m		6	5.25 + 4.01 = 9.26	1.31	m
	7	6.61 + 2.13 = 8.74	3.10	st		7	4.90 + 4.00 = 8.90	1.23	m
	8	4.59 + 3.91 = 8.50	1.17	m		8	4.81 + 3.58 = 8.39	1.34	m
	9	6.42 + 1.86 = 8.28	3.45	st		9	4.59 + 3.40 = 7.99	1.35	m
	10	5.91 + 1.82 = 7.73	3.24	st		10	4.26 + 3.28 = 7.54	1.30	m
	11	5.42 + 1.63 = 7.05	3.32	st		11	4.87 + 1.69 = 6.56	2.88	sm
疏叶当归 <i>A. laxiforliata</i> 石灰窑居群 1	1	6.54 + 5.39 = 11.93	1.21	m	疏叶当归 <i>A. laxiforliata</i> 石灰窑居群 2	1	6.73 + 5.17 = 11.90	1.30	m
	2	5.94 + 4.84 = 10.78	1.22	m		2	5.89 + 5.39 = 11.28	1.10	m
	3	5.62 + 4.51 = 10.13	1.24	m		3	5.48 + 5.32 = 10.80	1.03	m
	4	5.10 + 4.36 = 9.46	1.17	m		4	6.49 + 3.48 = 9.97	1.86	sm*
	5	5.92 + 3.42 = 9.34	1.73	sm		5	6.02 + 3.29 = 9.31	1.82	sm
	6	5.29 + 3.88 = 9.17	1.36	m		6	5.25 + 4.01 = 9.26	1.31	m
	7	4.92 + 3.85 = 8.77	1.28	m		7	4.90 + 4.00 = 8.90	1.23	m
	8	5.58 + 2.94 = 8.52	1.90	sm		8	4.81 + 3.58 = 8.39	1.34	m
	9	4.23 + 3.98 = 8.21	1.06	m		9	4.59 + 3.40 = 7.99	1.35	m
	10	4.29 + 3.45 = 7.74	1.24	m		10	4.26 + 3.28 = 7.54	1.30	m
	11	4.30 + 2.67 = 6.97	1.61	m		11	4.87 + 1.69 = 6.56	2.88	sm
茂汶当归 <i>A. maowenensis</i>	1	6.43 + 4.46 = 10.89	1.44	m	当归 <i>A. sinensis</i>	1	5.68 + 5.21 = 10.89	1.09	m
	2	5.43 + 4.78 = 10.21	1.13	m		2	5.48 + 4.98 = 10.46	1.10	m
	3	6.34 + 3.58 = 9.92	1.77	sm		3	5.54 + 4.85 = 10.39	1.14	m
	4	6.43 + 3.10 = 9.53	2.07	sm*		4	6.04 + 3.50 = 9.54	1.73	sm
	5	5.47 + 3.68 = 9.15	1.49	m		5	5.23 + 4.22 = 9.45	1.24	m
	6	4.99 + 3.83 = 8.82	1.30	m		6	5.01 + 3.84 = 8.85	1.30	m
	7	4.95 + 3.74 = 8.69	1.32	m		7	5.44 + 2.89 = 8.33	1.88	sm
	8	5.47 + 3.11 = 8.58	1.76	sm		8	5.32 + 2.81 = 8.13	1.89	sm
	9	4.95 + 3.45 = 8.40	1.43	m		9	4.38 + 3.46 = 7.84	1.27	m
	10	4.65 + 3.57 = 8.22	1.30	m		10	4.26 + 3.39 = 7.65	1.25	m
	11	4.38 + 3.18 = 7.56	1.38	m		11	4.86 + 2.29 = 7.15	2.12	sm
阿坝当归 <i>A. apensis</i>	1	5.68 + 5.26 = 10.94	1.08	m	管鞘当归 <i>A. pseudoselinum</i>	1	7.15 + 3.52 = 10.67	2.03	sm
	2	6.86 + 3.39 = 10.25	2.02	sm		2	6.11 + 4.41 = 10.52	1.38	m
	3	5.26 + 4.91 = 10.17	1.07	m		3	5.58 + 3.93 = 9.51	1.42	m
	4	5.49 + 3.86 = 9.35	1.42	m		4	5.79 + 3.29 = 9.08	1.76	sm
	5	5.26 + 3.80 = 9.06	1.38	m		5	6.23 + 2.78 = 9.01	2.24	sm
	6	5.60 + 3.27 = 8.87	1.71	sm		6	5.45 + 3.01 = 8.46	1.81	sm*
	7	4.84 + 3.75 = 8.59	1.29	m		7	5.36 + 2.90 = 8.26	1.84	sm
	8	5.68 + 2.46 = 8.14	2.31	sm		8	4.66 + 3.51 = 8.17	1.32	m
	9	4.56 + 3.21 = 7.77	1.42	m		9	5.16 + 2.86 = 8.02	1.80	m
	10	4.96 + 2.38 = 7.34	2.08	sm		10	4.52 + 3.18 = 7.70	1.45	m
	11	4.26 + 2.66 = 6.92	1.49	m		11	4.36 + 2.79 = 7.15	1.56	m

* 为具随体染色体 Satellite chromosome . The lengths of satellites are not included .

表 3 当归属 6 种 8 个居群的核型比较

Table 3 Comparison of karyotype of 6 species (8 populations) of *Angelica*

分类群 Taxon	居群 Population	核型公式 Karyotype formula	臂比 > 2 比 例 Prop.of AR > 2	染色体 长度比 L S	不对称系数 Index of asymmetry(%)	类型 Type
峨眉当归 <i>A. omeiensis</i>	冕宁县小相岭	$2n = 22 = 10m + 2sm + 10st$	0.45	1.56	66.30	2A
疏叶当归 <i>A. laxiforliata</i>	汶川县巴郎山	$2n = 22 = 16m + 4sm + 2sm \text{ (SAT)}$	0.09	1.81	58.21	2A
	冕宁县石灰窑 1	$2n = 22 = 18m + 4sm$	0	1.71	57.10	1A
	冕宁县石灰窑 2	$2n = 22 = 16m + 4sm + 2sm \text{ (SAT)}$	0	1.55	58.02	1A
茂汶当归 <i>A. maowenensis</i>	汶川县巴郎山	$2n = 22 = 16m + 4sm + 2sm \text{ (SAT)}$	0.09	1.50	59.45	2A
当归 <i>A. sinensis</i>	平武县竹根岔	$2n = 22 = 14m + 8sm$	0.09	1.52	58.02	2A
阿坝当归 <i>A. paensis</i>	小金县梦笔山	$2n = 22 = 14m + 8sm$	0.18	1.49	58.72	2A
管鞘当归 <i>A. pseudoselinum</i>	平武县大窝凼	$2n = 22 = 12m + 8sm + 2sm \text{ (SAT)}$	0.18	1.48	62.51	2A

- (1) 峨眉当归 不对称系数在 6 个种中最高，且 st 型染色体仅出现于峨眉当归中，数量多达 5 对。
- (2) 疏叶当归 具有随体，且在所研究的 6 个种中，1A 型染色体仅出现于疏叶当归石灰窑居群中，而采自石灰窑的 2 种材料在核型上有很大变异。
- (3) 茂汶当归 具有随体，不对称系数较高，仅次于峨眉当归和管鞘当归。
- (4) 当归 仅具有 m 和 sm 型染色体，没有随体，在 6 个种中不对称偏低。
- (5) 阿坝当归 与当归核型公式相同，没有随体，仅有 m 和 sm 型染色体，臂比大于 2 的染色体所占比例较高。
- (6) 管鞘当归 具有随体，不对称系数仅次于峨眉当归，臂比大于 2 的染色体所占比例为 6 个种中最高。

2.2 讨论

本实验所研究的四川当归属 6 种 8 个居群的染色体均为 $2n = 2x = 22$ 。

演化程度 从本实验所涉及的 6 种四川当归属植物的核型类型看，四川当归属植物的核型演化程度都不高，多为 2A，而在疏叶当归中出现核型为 1A 型的石灰窑居群。综合已报道的四川当归属不同植物的核型（潘泽惠等，1991），也多在 2A 和 1A 的水平。

核型特征 就核型而言，不同种之间的差异比较明显，峨眉当归由 m、sm 和 st 3 种染色体组成；疏叶当归由 m 和 sm 2 种染色体组成，出现随体；茂汶当归亦由 m 和 sm 2 种染色体组成并出现随体；当归、阿坝当归和管鞘当归仅由 m 和 sm 2 种染色体组成，但后者具一对随体。

值得一提的是，疏叶当归巴郎山居群为 2A 型（图 1：B），石灰窑居群为 1A 型，在本实验涉及的 6 种四川当归属植物中也仅疏叶当归核型出现 1A 型，表明该种植物核型属四川当归属植物中较原始的类群。在野外采集时发现疏叶当归存在两种截然不同颜色的茎和果实，本实验所涉及的冕宁县石灰窑居群中材料 1 茎为淡绿色，果实黄白色带紫，材料 2

茎和果实为紫红色，前者没有随体（图 1：C），且较后者（图 1：D）少了 2 对近中部着丝粒染色体，但其染色体长度比明显较后者大，同时，二者叶柄的解剖特征也有一定差异（另文发表），至于形态上的差异及染色体的结构差异对种下分类单元的影响尚需进一步研究。

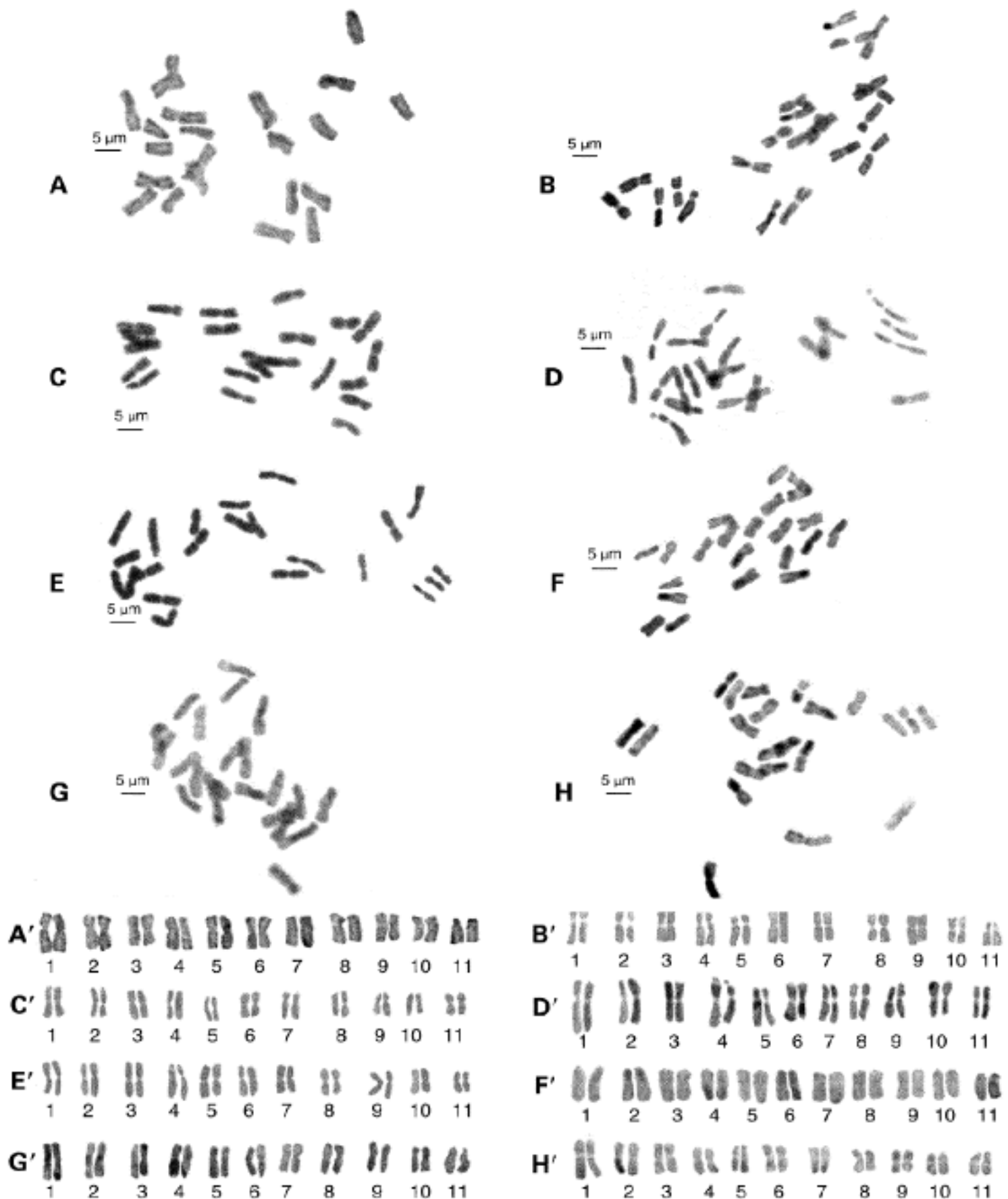


图 1 四川当归属 6 种植物的核型。A. 峨眉当归；B. 疏叶当归（巴郎山居群）；C. 疏叶当归（石灰窑居群 1）；D. 疏叶当归（石灰窑居群 2）；E. 茂汶当归；F. 当归；G. 阿坝当归；H. 管鞘当归

Fig. 1 Karyotypes of six species of *Angelica* L. in Sichuan

A. *A. omeiensis*; B. *A. laxifoliata* (Balangshan population); C. *A. laxifoliata* (Shihuiyao population 1); D. *A. laxifoliata* (Shihuiyao population 2); E. *A. omeiensis*; F. *A. sinensis*; G. *A. apaensis*; H. *A. pseudoselinum*

四川当归属演化的不同步性 根据 Stebbins (1971) 的观点: 高等植物核型进化的基本趋势是由对称向不对称方向发展。因此, 6 个种中峨眉当归以不对称系数最高而体现了一定的进化性, 同时, 其在形态上比较进化的性状主要表现为基生叶和茎生叶都是二到三回三出式羽状分裂, 末回裂片细小等。但是, 该种植物的花粉为较原始的椭圆形 (张桥英, 2003), 从孢粉学角度而言, 又是比较原始的特征 (舒璞和余孟兰, 2002), 这就体现了峨眉当归各部分性状特征并不都处于同一个演化水平上。这种演化的不同步现象同样存在于四川当归属的其它几种植物中, 比如: 茂汶当归以较低的不对称系数而显示其核型的原始性, 形态上茂汶当归基生叶和茎生叶都为二回羽状分裂, 小羽片大且数目少等性状在一定程度上也体现了一定的原始性, 但其花粉为矩形型, 属于中等进化类型 (张桥英, 2003); 管鞘当归核型不对称系数为 6 个种中最高者, 但花粉属原始类型的椭圆形型 (张桥英, 2003); 当归核型不对称系数也较低, 但形态上以基生叶和茎生叶二到三回三出式羽状分裂、果实侧棱发达且薄膜质等性状体现其进化性, 而且花粉为最进化的赤道缢缩形等, 显示了各性状间进化的不同步性。这就充分表明, 四川地区当归属的种类正处于不断的分化之中。因此, 作为中国当归属分布频度中心之一的四川地区, 同时也是当归属的分化中心之一, 这也印证了潘泽惠等 (1991) 提出的原始中心和分化中心之一的观点。

〔参 考 文 献〕

- 张桥英, 2003. 四川当归属 (*Angelica* L.) 系统分类研究 [D]. 南充: 西华师范大学硕士学位论文
- 单人骅, 余孟兰, 1992. 中国植物志 (第 55 卷第 3 分册) [M]. 北京: 科学出版社, 18—78
- 舒璞, 余孟兰, 2002. 中国伞形科植物花粉图志 [M]. 上海: 上海科技出版社, 103—114
- Linnaeus C, 1957. Species Plantarum: a facsimile of the first ed., 1753. v. 1 [M]. London: Ray Society, 337
- Levan A, Fredga KS, Berg AA, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes [J]. *Hereditas*, 52: 201—220
- Li MX (李懋学), Chen RY (陈瑞阳), 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 3 (4): 297—302
- Pan ZH (潘泽惠), Liu XT (刘心恬), She ML (余孟兰), *et al*, 1991. A study on karyotypes of eight species and geographical distribution of *Angelica* (Umbelliferae) in Sichuan [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 29 (5): 419—438
- Pan ZH (潘泽惠), Zhuang TD (庄体德), Yao XM (姚欣梅), *et al*, 1994. Studies on the karyological evolution and geographical distribution of *Angelica* and its related genera [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 32 (5): 419—424
- Stebbins GL, 1971. Chromosome Evolution in High Plants [M]. London: Edward Arnold LTD, 87—90